

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/35			G 0 1 N 21/35	Z
B 0 7 B 13/00			B 0 7 B 13/00	
B 0 7 C 5/342			B 0 7 C 5/342	
B 0 9 B 5/00	Z A B	9350-4F	B 2 9 B 17/00	Z A B
B 2 9 B 17/00	Z A B		B 0 9 B 5/00	Z A B Q
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L （全 7 頁） 最終頁に続く				

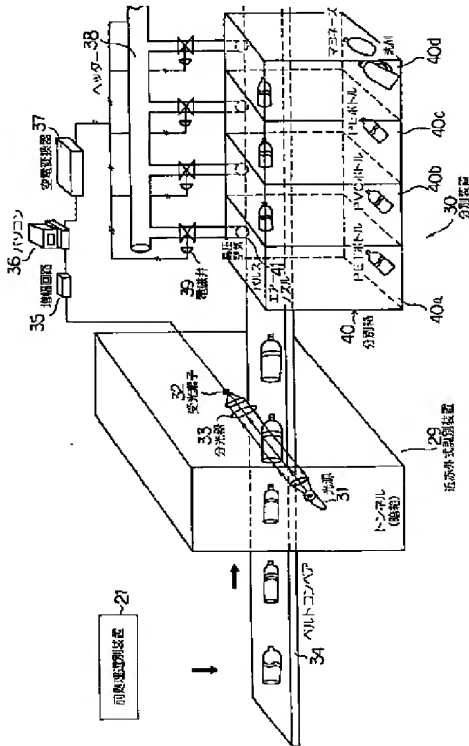
(21)出願番号	特願平7-244139	(71)出願人	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
(22)出願日	平成7年(1995)9月22日	(72)発明者	米田 健一 神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社横浜研究所内
		(72)発明者	三井 昭二 神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社横浜研究所内
		(72)発明者	平林 漸 神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社横浜研究所内
		(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラスチックの材質識別装置

(57)【要約】

【課題】 比重差の少ないプラスチックを分別できないとともに、粉碎しなければプラスチックを分別できない。

【解決手段】 プラスチックを概略分別する前処理選別装置(21)と、前処理されたプラスチックを整列させて搬送するベルトコンベア(26a、26b)と、近赤外線を前記プラスチックに照射する光源(31)及び該光源(31)からの照射光の前記プラスチックからの透過光又は反射光を検知する受光素子(32)を有し、前記プラスチックによる特定波長の吸光度により材質を識別する識別装置(29)と、この識別装置(29)により制御される分別装置(30)とを具備することを特徴とするプラスチックの材質識別装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラスチックを概略分別する前処理選別装置と、前処理されたプラスチックを整列させて搬送する搬送装置と、近赤外線を前記プラスチックに照射する光源及び該光源からの照射光の前記プラスチックからの透過光又は反射光を検知する受光素子を有し、前記プラスチックによる特定波長の吸光度により材質を識別する識別装置と、この識別装置により制御される分別装置とを具備することを特徴とするプラスチックの材質識別装置。

【請求項2】 前記識別装置により識別する際、前記プラスチックからの透過光または反射光の特定波長が、ポリエチレンテレフタレートの場合は1660～1669nmに表れる1つの吸光ピークにより、ポリスチレンの場合は1677～1698nmに表れる1つの吸光ピークにより、ポリプロピレンの場合は1710～1726nm及び1726～1735nmに表れる2つの吸光ピークにより、ポリ塩化ビニールの場合は1716～1729nm及び1746～1754nmに表れる2つの吸光ピークにより、ポリエチレンの場合は1710～1735nmに表れる1つの吸光ピークにより、プラスチックの種類を識別することを特徴とする請求項1に記載のプラスチックの材質識別装置。

【請求項3】 前記前処理選別装置が、プラスチックの移動装置及びパルスエアノズルを有することを特徴とする請求項1又は2に記載のプラスチックの材質識別装置。

【請求項4】 前記前処理選別装置が、風選用ファンにより送風して振動スクリーンコンベア上のプラスチックを移動させ、移動したプラスチックをパルスエアノズルにより選別する構成としたことを特徴とする請求項1乃至3に記載のプラスチックの材質識別装置。

【請求項5】 前記搬送装置が前記パルスエアノズルの吹き出し側に並流に配置された複数のコンベアにより構成されていることを特徴とする請求項3又は4に記載のプラスチックの材質識別装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明はプラスチックの材質識別装置に関し、特に家庭から排出される資源ごみや産業廃棄物である廃プラスチックから特定プラスチックの分別、回収に適用されるプラスチックの材質識別装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、廃プラスチックの分別に関しては、液体サイクロンを用いてプラスチック類の比重差を利用してプラスチック類を分離することが知られている。具体的には、ポリエチレン（比重0.93）とポリスチレン（比重1.05）が上部排出より比重の軽いポリエチレンが濃度98.6%、下部排出より比重の重い

ポリスチレンが濃度94.7%で得られている。また、その他、同じ様に比重差の利用として、風力選別や沈没選別が効率良く行われている。図5は、従来の廃プラスチックの判別方法の一例を示す。

【0003】 廃プラスチック（原料）1は、まず破碎機2に供給される。破碎後の廃プラスチック1は貯留槽3に送られ、一時溜められる。その後、廃プラスチック1は貯留槽3の下部側に配置された定量供給装置4から攪拌貯槽5に供給される。この攪拌貯槽5には一定量の水6が供給され、一定の濃度に調整される。次に、このプラスチックと水との混合物を、回転数を制御された渦巻ポンプ7で定量的に液体サイクロン8へ供給し、サイクロン上部から低比重プラスチックが洗浄脱水機9へ排出され、水とプラスチックを分離し、低比重プラスチックは比重小貯10にて水は循環水槽11に溜められる。また、液体サイクロン8の下部から高比重プラスチックと水とともに排出し、洗浄脱水機12にて、水とプラスチックを分離し、高比重プラスチックは比重大貯13にて水は循環水槽11に一時溜められる。製品として、比重台プラスチックは比重大貯13より、また比重小プラスチックは比重小貯10より取り出される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来技術によれば、下記のような課題があった。

(1) 比重がほぼ同じであるポリエチレン（0.93）とポリプロピレン（0.90～0.91）については、分離できない。また、従来技術においては、比重差のない（少ない）プラスチックを分別することは困難であった。更に、粉碎しないと、液体サイクロン内での流動性が悪く、閉塞が起り、分離できない。

【0005】 (2) 廃プラスチックを近赤外識別装置を用いて材質を識別する場合、コンベア上に1個ずつ重ならないでかつ種類別に整列する事が非常に困難である。

(3) 廃プラスチックをリサイクルする場合、識別した材質を高速に分ける事が必要である。

【0006】 本発明はこうした事情を考慮してなされたもので、比重差の少ないプラスチックを分別できるとともに、粉碎しなくてもプラスチックを分別できるプラスチックの材質識別装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、プラスチックを概略分別する前処理選別装置と、前処理されたプラスチックを整列させて搬送する搬送装置と、近赤外線を前記プラスチックに照射する光源及び該光源からの照射光の前記プラスチックからの透過光又は反射光を検知する受光素子を有し、前記プラスチックによる特定波長の吸光度により材質を識別する識別装置と、この識別装置により制御される分別装置とを具備することを特徴とするプラスチックの材質識別装置である。

【0008】 本発明において、前記識別装置により識別

する際、前記プラスチックからの透過光または反射光の特定波長が、ポリエチレンテレフタレート（PET）のときは1660～1669 nmに表れる1つの吸光ピークにより、ポリスチレン（PS）のときは1677～1698 nmに表れる1つの吸光ピークにより、ポリプロピレン（PP）のときは1710～1726 nm及び1726～1735 nmに表れる2つの吸光ピークにより、ポリ塩化ビニール（PVC）のときは1716～1729 nm及び1746～1754 nmに表れる2つの吸光ピークにより、ポリエチレン（PE）のときは1710～1735 nmに表れる1つの吸光ピークにより、プラスチックの種類を識別できる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例に係るプラスチックの材質識別装置を図1及び図2を参照して説明する。ここで、図1は同識別装置の一構成である前処理選別装置の説明図であり、図2は同識別装置の一構成である近赤外式識別装置及び分別装置の説明図である。

【0010】まず、図1を用いて前処理選別装置21について説明する。図中の符番22は、原料廃プラホッパーより送られてくる廃プラスチック（以下、廃プラと略称する）を後記コンベア上に分散させる風選用ファンである。前記風選用ファン22により振動スクリーンコンベア23を通過した廃プラは、一定圧の複数のパルスエアノズル24により大別される。つまり、ボトル25等の重い廃プラは近く（1 m以内）までしか飛ばされずコンベア26 aに達し、トレイ27等の軽い廃プラは遠く（1 m以上）飛ばされてコンベア26 bに達する。また、小さい廃プラ例えば30 mm×30 mm以下のもの（キャップ28等の小物）は、量的に少ないので前記振動スクリーンコンベア23上から落下して除外する。これにより、全体システム（前処理、識別及び分別装置）の性能が向上する（精度が向上しかつ処理量が増加する）。このように、前記前処理選別装置21は、主として風選用ファン22、振動スクリーンコンベア23及びパルスエアノズル24から構成されている。なお、上記コンベア26 a、26 bはパルスエアノズル24の吹き出し側に並流に配置されているもので、搬送装置の働きをする。

【0011】次に、図2を用いて近赤外式識別装置29及び分別装置30について説明する。近赤外式識別装置29は、近赤外線を出射するハロゲンタングステンランプ（光源）31と、この光源31からの照射光の前記廃プラからの透過光又は反射光を検知するPbS及びInGaAsからなる受光素子32と、前記光源31、受光素子32間に配置されたフィルター等の分光器33とから構成されている。ここで、廃プラのうち、ボトル類の重いもの、及びトレイ、ビニール、フィルム等の軽いものをベルトコンベア34上に整列した後、特定波長の近赤外線の吸収により、材質を識別した。前記受光素子32には、増幅回路35、パソコン36、空電変換器37が順次電氣的に接続さ

れ、前記空電変換器37にはヘッダー38に設けられた電磁弁39が接続されている。

【0012】前記分別装置30は、複数の仕切られた部屋40 a～40 dをもつ分別箱40を有する。材質別に識別した廃プラは電磁弁39により高压空気（例えば6 Kg/cm²）を制御し、パルス状に高压空気をパルスエアノズル41より排出させることにより、前記分別箱40の各部屋40 a～40 dに吹き飛ばされる。例えば、部屋40 aにはPETボトルが、部屋40 bにはPVCボトルが、部屋40 cにはPEボトルが、部屋40 dには洗剤、マヨネーズ等のその他のボトルが収納される。

【0013】以上述べたように、上記実施例に係るプラスチックの材質識別装置は、プラスチックを概略分別する、風選用ファン22、振動スクリーンコンベア23及びパルスエアノズル24等から構成された前処理選別装置21と、前処理されたプラスチックを整列させて搬送するコンベア26 a、26 bと、近赤外線を前記プラスチックに照射する光源31及び該光源31からの照射光の前記プラスチックからの透過光又は反射光を検知する受光素子32を有する識別装置29と、この識別装置29により識別された各種のプラスチックをパルスエアノズル41からの高压空気ですべて分別収納する分別箱40を有する分別装置30とを有した構成になっている。

【0014】上記構成のプラスチックの材質識別装置の作用は、下記の通りである。廃プラを近赤外式識別装置を用いて材質を識別する場合、ベルトコンベア上に1個ずつ重ならないで整列させる必要があるが、整列させることが非常に困難である。しかるに、本願の材質識別装置では、前処理選別装置21において、廃プラのうちキャップ28等を分別したり、ボトル25やトレイ27類を機械的に前処理することにより、後流の近赤外式識別装置29の精度が向上する。

【0015】具体的には、100個の廃プラのうち、例えば10個のキャップ（小さいもの）は30 mm×30 mm以下の振動スクリーンコンベア23から落とした。次に、重いもの50個（ペットボトル30個、その他ボトル類20個）は風選用ファン22及びパルスエアノズル24を用いて近くのコンベア26 aに落とし、40個の軽いもの（20個のトレイ、10個のビニール、10個のフィルム等）は風選用ファン22及びパルスエアノズル24を用いて遠くのコンベア26 bに落した。その結果、コンベア26 aより回収した廃プラスチックは、100%ボトル類であった。このように、30 mm×30 mm以下の軽い廃プラスチック（例えば、キャップ28）は量的に少ないので、振動スクリーン上から落下させ除外することにより、全体システム（前処理、識別及び分別装置）の性能が向上する（精度が向上しかつ処理量が増加する）。

【0016】また、前記近赤外式識別装置29では、整列されたボトル類を前記光源31により近赤外線をサンプルに照射し、その後分光器33によりサンプルに特有な波長

の光透過量を受光素子32に受け、サンプル毎の各々の波長を吸光度を下記式(1)により計算し、材質を識別する。

【0017】

$$A = \log(T_1 / T_2) \quad \dots (1)$$

ここで、 T_1 : サンプルがない時のエアの透過光量

T_2 : サンプルがある時の透過光量

A : 吸光度

ところで、赤外光は波長2.5 μm から16 μm の光であり、今これに赤外線を照射した時、赤外線の振動周期とある原子の振動周期とが一致しない場合には、赤外線はプラスチック類の分子に影響を与えないで、そのまま透過するにすぎない。しかし、もし周期が一致する場合には、個々の原子あるいは原子団は夫々の周期に応じてそのエネルギーを吸収して振動は基底状態から励起状態に変化するので、振動周期に想到する波長の所で赤外線スペクトルの吸収となって現われてくる。

【0018】但し、特願平5-5042に示されているように水がプラスチックに付着していると、急激に精度が減少するため、洗浄後プラスチックに水分が付着している場合は、赤外光より波長が短い(0.8~2.5 μm , 振動数が高い)近赤外線と言われる光を用いることにより、水の吸光度を弱めて精度を保するのが一般的である。しかしながら、図3に示す様に、吸収のピークが1662 nmから1748 nmに重なる様に表われてお

$$A = \log R (\text{ミラー反射光量}) - \log R (\text{サンプル反射光量}) \quad \dots (2)$$

次に、吸収ピーク波長を求めるために、下記(3)式により吸光度 A' (単位なし)を計算した。

$$A' = (A - A_{\min}) / (A_{\max} - A_{\min}) \quad \dots (3)$$

但し、 A_{\max} : 一体範囲内における吸光度の最大量

A_{\min} : 一体範囲内における吸光度の最小量

その結果を図3に示す。図3に示される様に、1600 nmから1800 nmの範囲で吸収ピークが1つなのはNo. 2のPE, No. 4のPS, No. 5のPETであり、そのピークは夫々1732 nm, 1682 nm及び1662 nmである。また、2つの吸収ピークはNo. 1のPP, No. 3のPVCであり、PPの場合は1710 nmと1730 nmに、PVCの場合は1716 nmと1748 nmに表れている。従って、上記ピー

$$A = \log T (\text{リファレンス}) - \log T (\text{サンプル}) \quad \dots (4)$$

次に、吸収ピーク波長をもとめるために、上記(3)式より、吸光度 A' を計算した。その結果を図4に示す。図4より、No. 3については、1641 nmから1763 nmの範囲について吸光度Aを吸光度 A' に変換すると、1726 nmが1.0、また1735 nmから1763 nmの範囲について吸光度Aを吸光度 A' に変換すると1735 nmが1.0、1763 nmが0.0、更に1745 nmと1754 nmの差が0.05以下になり、PVCの材質であることが判定できた。

【0025】No. 1については、1641 nmから1

り、高い測定精度及び高度なアルゴリズムが要求される。本発明は、高度な判別、アルゴリズムとして、単に吸収ピークの波長のみで判定するのではなく、吸収ピークの数及び吸収ピーク各々の高さの比を用いて総合的に材質を判定するものである。

【0019】次に、識別した信号により、後流の高圧空気(6 Kg/cm²)を電磁弁39により制御し、パルス状に高圧空気をパルスエアノズル41により噴出させて、サンプルを分別箱40の各部屋40a~40bにふり分ける。各部屋内の材質について、合計サンプル100個でテストし、PET, PVC, PEの各々10個でテストしたが、100%の精度で分けられた。

【0020】

【実施例】

(実施例1) 本実施例1は、PbS(硫化鉛)からなる受光素子を用いた例である。No. 1~5の5つのサンプルにつき、PP(No. 1), PE(No. 2), PVC(No. 3), PS(No. 4)及びPET(No. 5)の5種類の材質を判定するために、サンプルに近赤外光を入射角45度で照射し、その反射光を反射角50度で上記受光素子32により受光した。その光量R(サンプル反射光量)からミラーで全反射された時の光量R(ミラー反射光量)をベースに下記(2)式により吸光度Aを計算した。

【0021】

【0022】

クの数及びピーク波長からNo. 1~No. 5までの5種類のプラスチックの材質は100%判定できた。

【0023】(実施例2) 本実施例2は、InGaAs(インジウムガリウムヒ素)からなる受光素子を用いた例である。実施例1と同じNo. 1~No. 5の5種類の材質についてサンプルに近赤外光を垂直に照射し、その透過光を上記受光素子32で受光した。その光量T(サンプル)からエアの透過光量T(リファレンス)をベースに下記(4)式により吸光度Aを計算した。

【0024】

763 nmまでの範囲について吸光度Aを吸光度 A' に変換すると、1716 nm, 1726 nm及び1735 nmの吸光度 A' は0.88以上の値になり、PPの材質であることが判定できた。

【0026】No. 2については、1641 nmから1763 nmの範囲について吸光度Aを吸光度 A' に変換すると、1735 nmが1.0になり、PEの材質であることが判定できた。

【0027】No. 4については、同様に1641 nmから1763 nmの範囲について吸光度Aを吸光度 A'

に変換すると、1688nmが1.0になり、PSの材質であることが判定できた。

【0028】最後に、No. 5については、同様に1641nmから1763nmの範囲について吸光度Aを吸光度A'に変換すると、1669nmが1.0になり、PETの材質であることが判定できた。

【0029】なお、計測波長の数値が9~10飛びとなっているのは、9.4nm刻みの波長毎に近赤外線を照射したからであり、小数第1位の四捨五入によるものである。このように、上記実施例によれば、本発明の吸光度スペクトルにおける吸収ピークの波長、数及びそのピークの高さより廃プラの材質を判定することにより、次の様な効果がある。

【0030】(1) ポリエチレン(比重0.93)とポリプロピレン(比重0.90)は比重の差はほとんどなく、比重差を用いて分別するハイドロサイクロン等では分離できない。しかるに、本発明ではポリエチレンの吸収ピークは1710nmから1735nmに1つのピークが、ポリプロピレンの吸収ピークは1710nmから1726nmと1726nmから1735nmに表われる2つの吸収ピークにより、特許請求の範囲の請求項1を利用することにより識別できる。識別後は、コンベアに乗せた材料を高圧空気等で吹き飛ばし、分別できる。

【0031】(2) PVCボトル(比重1.17~1.25軟質)とPETボトル(比重1.38)についても比重差が少なく、比重差によりPVCとPETを分別するのは困難である。しかるに、本発明では上記(1)と同様に識別が可能である。

【0032】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、識別装置の前処理として、i)ボトル類のキャップ等の小さいもの、ii)トレイ、ビニール及びフィル等の軽いもの、iii)ボトル類等の重いもの、の3種類に大分別することにより、後流の識別装置の精度及び処理量が向上する。また、大分別したサンプルをコンベア上に切り出し、サンプルを重ならないで、1個毎に整列することにより、識別装置の精度及び処理量が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るプラスチックの材質識別装置の一構成である前処理選別装置の説明図。

【図2】本発明の一実施例に係るプラスチックの材質識別装置の一構成である近赤外式識別装置と分別装置の説明図。

【図3】プラスチックの吸光度(反射式)と波長との関係を示す特性図。

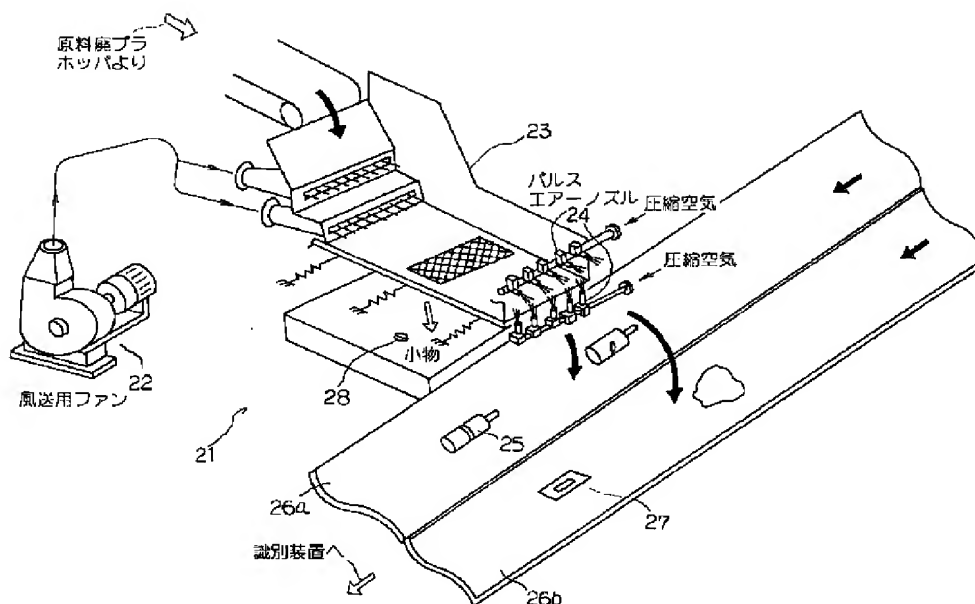
【図4】プラスチックの吸光度(透過式)と波長との関係を示す特性図。

【図5】従来の廃プラスチックの判別方法の説明図。

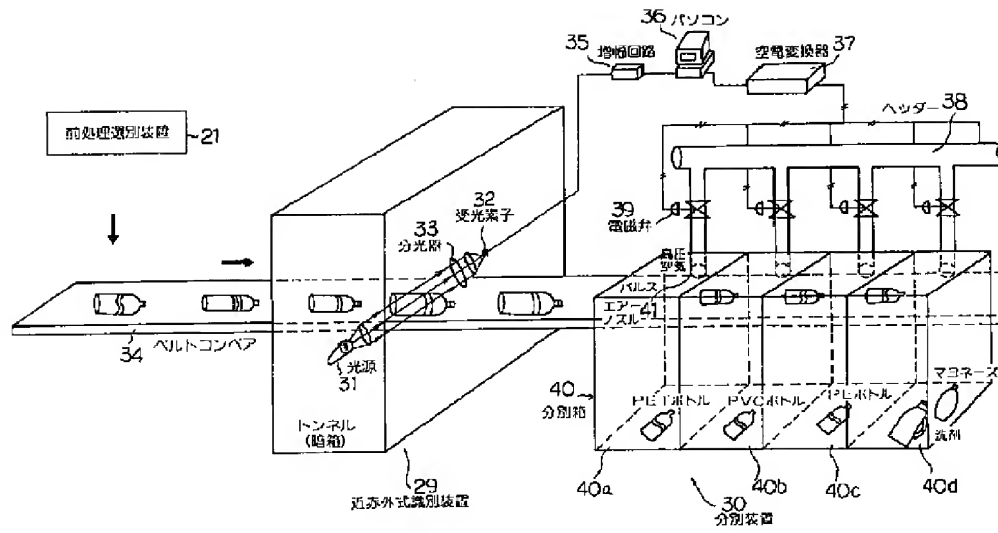
【符号の説明】

21…前処理選別装置、 22…風送ファン、 23…振動スクリーンコンベア、 24…パルスエアースル、 29…近赤外式識別装置、 30…分別装置、 31…光源、 32…受光素子、 33…分光器、 34…コンベアベルト、 35…増幅回路、 36…パソコン、 37…空電変換器、 38…ヘッド一、 39…電磁弁、 40…分別箱、 41…パルスエアースル。

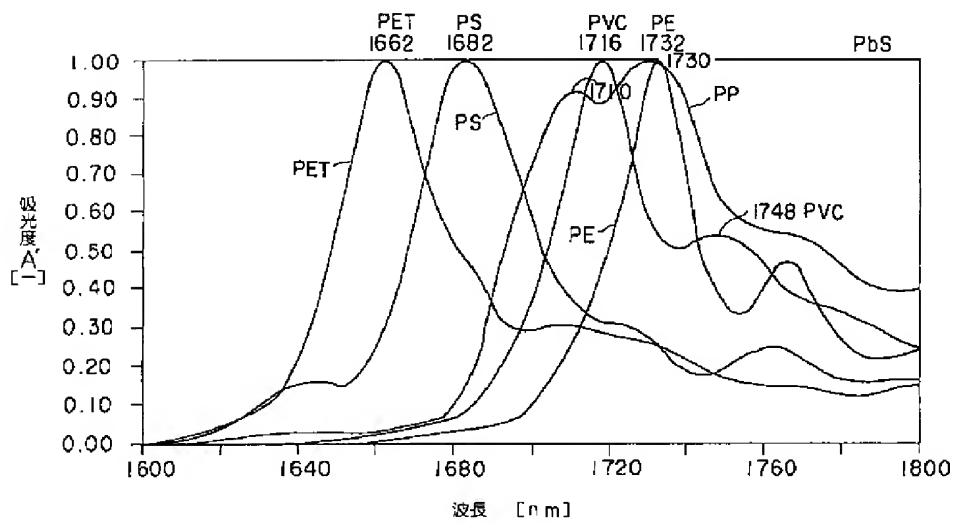
【図1】



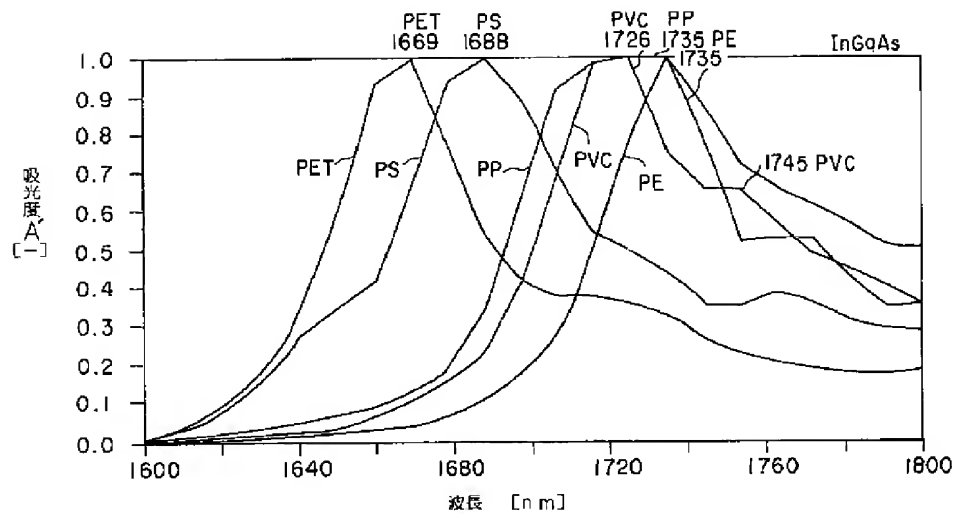
【図2】



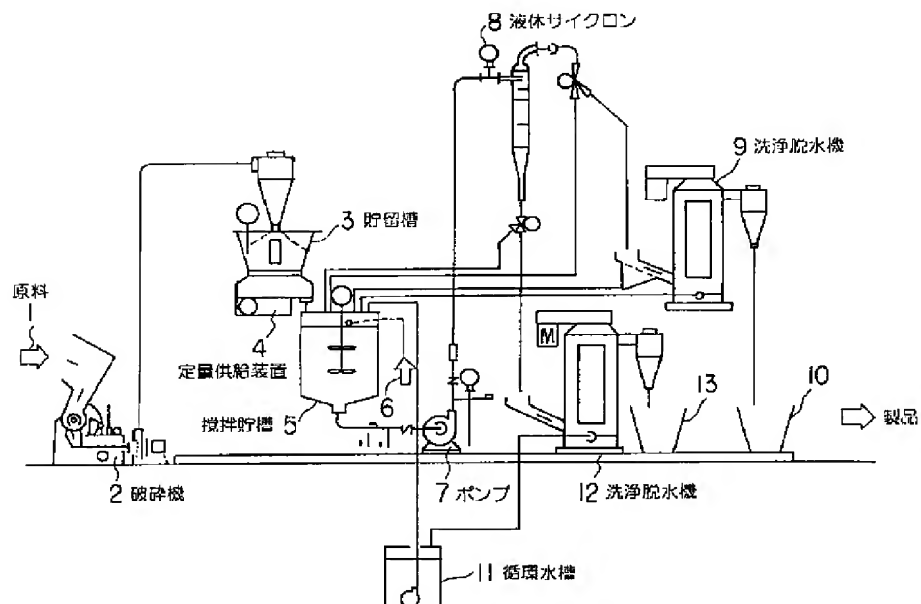
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

// B 2 9 K 105:26

(72)発明者 山本 昇志

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号
三菱重工業株式会社広島研究所内

(72)発明者 米澤 富任

神奈川県横浜市中区錦町12番地 三菱重工業株式会社横浜製作所内